Energy Innovators Initiative

Technical Fact Sheet

Choosing a High-Efficiency Chiller System

Description

In many commercial facilities that require air conditioning, chillers are a major energy user. Thus, it is important to select a chiller that costs as little as possible to operate for the specific application.

Three basic designs of chillers provide cooling using a vapour compression cycle driven by electricity, while a fourth uses an absorption cycle driven by a heat source. Facility managers and maintenance planners should take care to select equipment with the lowest life cycle cost rather than simply the lowest purchase price, as the cost of energy for chillers over their life is usually many times the initial capital expense. Figure 1 shows a centrifugal chiller and controller.

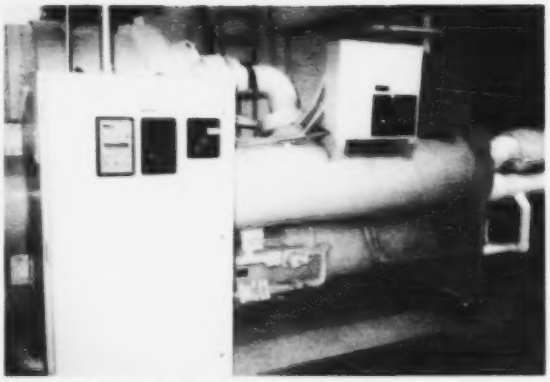

Figure 1 – Centrifugal Chiller and Controller

Technical Specifications

Depending on the application, the type and size of a chiller will dramatically affect the plant's energy consumption. Care should be taken to select the most suitable chiller for the application. Some selection criteria are outlined in Table 1.

Many chiller manufacturers, including Trane, Carrier, McQuay, Dunham-Bush and York, are well-established companies that produce quality equipment. Before you select a new chiller, ensure that the equipment has the appropriate capacity to handle the desired load.

Table 1 – Chiller Selection Criteria

	Centrifugal	Reciprocating	Rotary	Absorption
Description	Variable-volume compression using centrifugal force	Piston-type compression, suitable for small and variable loads	Positive displacement compression using two machined rotors	Uses heat in the cycle instead of mechanical compression
Initial cost (per Ton of cooling)	$500–$700	$450–$600	$500–$800	$1,000–$1,400
Maintenance cost	Medium	Higher	Lower	Lower
Appropriate size (Tons of cooling)	90–1000	3–100	20–2000	100–5000
Space requirements, noise, vibration	Small, high-pitched noise, no vibration	Large, high noise and vibration	Small, quiet, no vibration	Large, low noise and vibration

One Ton of cooling = 12 000 Btu/hr or 3.5 kW of cooling output

Energy Information

In recent years, chillers have generally become more energy efficient, even though at the same time most of them use low ozone-depleting refrigerants with lower heat-transfer capacities. Today's designs are 10–30 percent more efficient than previous generations of equipment. In most cases, chillers can be expected to become even more efficient over the next decade because of improved microprocessor control, superior flow and temperature measurement, and the introduction of larger heat exchangers. If a plant chooses to install only one large chiller, it should have a high part-load efficiency, as it will rarely operate at full load. Variable frequency drives can dramatically improve low-load efficiency for centrifugal and rotary chillers. Some of the newest centrifugal chillers have markedly improved part-load performance, which in many cases makes them more attractive than heat-source gas absorption chillers. However, absorption

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

106-03658/

chillers are regaining some market share – because they do not use electricity for cooling, they can help eliminate high electric demand charges. Where waste heat or inexpensive heat is available, absorption units may be a worthwhile choice. In regions with high peak demand costs, the most flexible scenario is to use both types of cooling systems.

Comparison

Different chiller designs have different areas of strength, although some are inherently more efficient in terms of energy units consumed per unit of chilled water produced. Table 2 compares the energy efficiency of the different chiller types. Part-load efficiency is also improving gradually, and some recent design breakthroughs have yielded dramatic improvements. One manufacturer produces centrifugal chillers whose part-load efficiency is only slightly below full-load efficiency. Variable frequency drives can improve efficiency to this extent but can add $20,000 to $30,000 to the cost of any installation.

Table 2 – Efficiency Comparison for Different Chiller Types

	Reciprocating (kW/Ton[1])	Centrifugal (kW/Ton)	Rotary (kW/Ton)	Absorption[2] (kW/Ton)
Full load	0.84–1.00	0.48–0.65	0.70–0.80	3.2–5.6
Part load	0.84–1.00	0.55–1.00	0.75–0.90	Slightly higher than full load

[1] A lower number indicates a more efficient chiller.
[2] Because the input energy is not electricity, the units are converted to kW of heat energy demand.

Case Study

Figure 2 – Royal Bank Building in Halifax

At the 19-storey Royal Bank Building (Figure 2) in downtown Halifax, Nova Scotia, a single 600-Ton Trane B5D General Assembly absorption chiller was replaced by two McQuay 215-Ton PEH-063 centrifugal chillers with full-load performance of approximately 0.6 kW/ton (after accounting for the impact of ancillary equipment). The absorption chiller was suitable when inexpensive excess heat was available, but this became less practical as fuel costs rose. Energy efficiency improvements throughout the building had reduced the building's cooling loads enough to make an electrically driven chiller system feasible. The final selection of the two centrifugal chillers was based on low energy consumption, the ability to run one at full load for much of the time, the benefit of redundancy, and the availability of local maintenance technicians. In addition, the building owners will benefit from the lower operating costs for the life of the chillers – roughly 30 years or more.

Energy and cost savings have been significant – at 2000 rates, net overall savings are roughly $35,000 per year, which comprises a fuel oil cost reduction of $85,000 minus $35,000 for electricity and roughly $15,000 for electricity demand charges. Table 3 (below) was prepared based on an oil price of $0.35 per litre. In Nova Scotia, fuel costs are expected to increase, but with electricity generation fuelled by coal and natural gas, as well as oil, the utility may be able to maintain stable electricity pricing for many years, increasing the benefits of the centrifugal chiller choice.

Table 3 – Energy and Carbon Dioxide (CO_2) Savings from Absorption Chiller Replacement

	Electricity Use (kWh/yr)	Fuel Oil Use (L/yr)	Electricity Cost ($/yr)	Fuel Oil Cost ($/yr)	CO_2 Production (tonnes/yr)[4]
Before Retrofit (Absorption chillers installed)	2 700 000	500 000	$200,000	$175,000	3523
After Retrofit (Centrifugal chillers installed)	3 000 000	255 000	$250,000	$90,000	3063
Annual Savings	(300 000)	245 000	($50,000)	$85,000	460

[4] Most electricity in Nova Scotia is generated by fossil fuels; an allowance of 0.78 tonnes of CO_2 per megawatt hour has been allowed.

For more information, contact

Energy Innovators Initiative, Office of Energy Efficiency, Natural Resources Canada, 580 Booth Street, 18th Floor, Ottawa ON K1A 0E4
Tel.: (613) 995-6950 • **Fax:** (613) 947-4121 • **Web site:** http://oee.nrcan.gc.ca/eii

Leading Canadians to Energy Efficiency at Home, at Work and on the Road

The Office of Energy Efficiency of Natural Resources Canada strengthens and expands Canada's commitment to energy efficiency in order to help address the challenges of climate change.

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2002
Cat. No. M92-242/2002-1E ISBN 0-662-31578-2
(Aussi disponible en français)

Recycled paper

Initiative des Innovateurs énergétiques

Fiche technique

Choix d'un système de refroidissement à haut rendement énergétique

Description

Dans de nombreuses installations commerciales devant être climatisées, les refroidisseurs constituent une source importante de consommation d'énergie. Il est donc important de choisir un refroidisseur dont le coût d'exploitation est aussi faible que possible compte tenu de son utilisation spécifique.

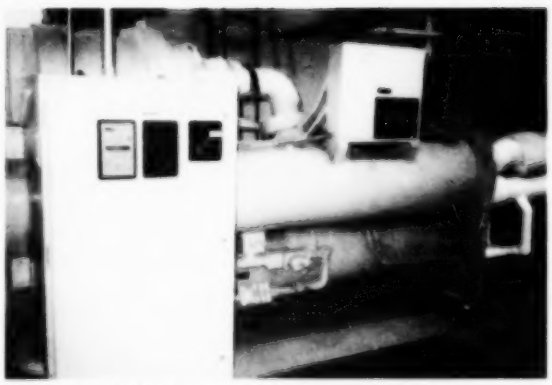

Figure 1 – Refroidisseur et régulateur centrifuges

On trouve sur le marché trois modèles de refroidisseurs utilisant l'électricité pour assurer le cycle de vapocompression pour la climatisation, la réfrigération et autres applications connexes. Un quatrième modèle a recours à un cycle d'absorption actionné par une source de chaleur. Les administrateurs et les responsables de l'entretien devraient choisir l'équipement ayant le coût de cycle de vie le plus bas au lieu de celui dont le coût d'achat est le moins élevé; en effet, le coût énergétique au cours de la durée de vie des refroidisseurs représente généralement plusieurs fois la dépense initiale en capital. La figure 1 montre un refroidisseur de type centrifuge et son système de régulation.

Spécifications techniques

Selon l'application, le type et la taille d'un refroidisseur influeront grandement sur la consommation d'énergie de l'installation. Le choix du refroidisseur fera l'objet d'une attention particulière afin que l'appareil sélectionné soit le plus approprié à l'usage auquel il est destiné. Certains critères de sélection sont mis en évidence dans le tableau 1.

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada
Canada

Tableau 1 – Critères de sélection d'un refroidisseur

	Centrifuge	Alternatif	Rotatif	À absorption
Description	Compression à volume variable utilisant une force centrifuge	Compression à piston, appropriée pour des charges faibles et variables	Compression volumétrique utilisant deux rotors usinés	Utilisation de la chaleur au cours du cycle plutôt que de la compression mécanique
Coût initial (par tonne de refroidissement[1])	500 $ à 700 $	450 $ à 600 $	500 $ à 800 $	1 000 $ à 1 400 $
Coût d'entretien	Moyen	Plus élevé	Plus bas	Plus bas
Taille appropriée (tonnes de refroidissement)	90 à 1 000	3 à 100	20 à 2 000	100 à 5 000
Encombrement, bruit et vibrations	Faible, bruit aigu et pas de vibration	Important, bruyant et vibrations	Faible, pas bruyant et pas de vibration	Important, peu bruyant et vibrations

[1] Une tonne de refroidissement = 12 000 BTU/h ou 3,5 kW de refroidissement

De nombreux constructeurs de refroidisseurs, notamment Trane, Carrier, McQuay, Dunham-Bush et York, sont des entreprises reconnues pour la qualité de leurs produits. Avant de choisir un nouveau refroidisseur, assurez-vous que la capacité de l'appareil correspond à la charge à satisfaire.

Information sur l'énergie

Au cours des dernières années, les refroidisseurs ont, en général, un meilleur rendement énergétique, même si, parallèlement, la plupart utilisent des réfrigérants qui appauvrissent légèrement la couche d'ozone et ont des capacités de transfert thermique moindres. Aujourd'hui, les modèles sont de 10 à 30 p. 100 plus efficaces que les modèles de la génération précédente. Dans la plupart des cas, l'efficacité des refroidisseurs devrait même augmenter au cours des dix prochaines années en raison de l'amélioration du contrôle par microprocesseur, d'une meilleure précision de la mesure de débit et de température et de l'introduction d'échangeurs de chaleur plus gros. Dans le cas de l'installation d'un seul refroidisseur de grande taille, son rendement à charge partielle devrait être élevé, car il sera rarement utilisé à pleine charge. Il est à noter que les mécanismes d'entraînement à fréquence variable améliorent significativement l'efficacité de faible charge des refroidisseurs centrifuges et rotatifs. Certains refroidisseurs centrifuges parmi les plus récents ont nettement amélioré leur rendement à charge partielle, ce qui, dans plusieurs cas, les rend plus attrayants que les refroidisseurs à absorption. Toutefois, les refroidisseurs à absorption regagnent une part du marché, car ils n'utilisent pas l'électricité pour le refroidissement et peuvent éliminer les frais élevés de puissance appelée. Si de l'énergie résiduelle ou peu coûteuse est disponible, les unités à absorption peuvent constituer un choix appréciable. Dans les régions où les coûts de demande de pointe sont élevés, la méthode qui se révélera la plus souple sera d'utiliser les deux types de systèmes de refroidissement.

Comparaison

L'efficacité (kW/t) des divers types de refroidisseurs est variable, mais leur choix est fonction de leur plage d'utilisation, bien que certains soient fondamentalement plus efficaces en termes d'unités d'énergie consommées par

unité d'eau réfrigérée produite. Le tableau 2 établit la comparaison entre le rendement énergétique de différents types de refroidisseurs. Le rendement à charge partielle s'améliore aussi graduellement et certaines percées réalisées dans la conception de refroidisseurs ont donné lieu à des progrès exceptionnels. Ainsi, un fabricant a conçu des refroidisseurs centrifuges dont le rendement à charge partielle est à peine inférieur au rendement à pleine charge. Les mécanismes d'entraînement à fréquence variable peuvent aussi améliorer le rendement en ce sens, mais peuvent faire augmenter le coût de toute installation de 20 000 $ à 30 000 $.

Tableau 2 – Comparaison du rendement entre différents types de refroidisseurs

	Alternatif (kW/t)[2]	**Centrifuge** (kW/t)	**Rotatif** (kW/t)	**À absorption**[3] (kW/t)
Pleine charge	0,84 à 1	0,48 à 0,65	0,70 à 0,80	3,2 à 5,6
Charge partielle	0,84 à 1	0,55 à 1	0,75 à 0,90	Légèrement plus élevée qu'à pleine charge

[2] Un nombre plus bas est préférable.
[3] Comme l'électricité n'est pas l'énergie principale, les unités sont converties en kW de demande appelée d'énergie calorifique.

Figure 2 – Immeuble de la Banque Royale à Halifax

Étude de cas

Dans l'immeuble de la Banque Royale comptant 19 étages (voir figure 2) situé au centre-ville de Halifax, en Nouvelle-Écosse, l'unique refroidisseur à absorption, de modèle Trane B5D General Assembly de 600 tonnes de capacité, a été remplacé par deux refroidisseurs centrifuges de modèle McQuay PEH-063 de 215 tonnes chacun dont le rendement à pleine charge est d'environ 0,6 kW/t (en tenant compte de l'impact de l'équipement auxiliaire). Les nouveaux refroidisseurs offraient un net avantage basé sur leur cycle de vie utile. Le refroidisseur à absorption convenait aux besoins lorsque le surplus de chauffage peu coûteux était disponible, mais il est devenu moins pratique avec l'augmentation des coûts des combustibles. Les améliorations de l'efficacité énergétique réalisées partout dans l'immeuble ont réduit les charges de refroidissement de façon significative de sorte que la possibilité d'avoir un système de refroidissement électrique est devenue une solution viable. Le choix final de deux refroidisseurs centrifuges a été basé sur la faible consommation d'énergie, la possibilité d'exploiter pratiquement en permanence un refroidisseur à pleine charge, l'avantage que présente la redondance et la possibilité de disposer de techniciens d'entretien localement. De plus, les propriétaires de l'immeuble bénéficieront de coûts d'exploitation plus bas pendant la durée de vie des refroidisseurs, soit pendant environ 30 ans ou plus.

Les économies d'énergie et de coûts se sont révélées significatives : selon les tarifs en vigueur en l'an 2000, les économies nettes globales s'élèvent à environ 35 000 $ par an, compte tenu d'une réduction du coût du mazout de 85 000 $ moins 35 000 $ pour l'électricité et environ 15 000 $ de frais de puissance appelée. Les données du tableau 3 (à la page suivante) sont basées sur un prix du mazout de 0,35 $/L. En Nouvelle-Écosse, le prix des combustibles devrait augmenter, mais avec la production d'électricité faite à partir du charbon et du gaz naturel, ainsi que du pétrole, les services publics pourront peut-être maintenir la stabilité du prix de l'électricité pendant de nombreuses années, ce qui favoriserait l'option des refroidisseurs centrifuges.

Tableau 3 – Économies d'énergie et de dioxyde de carbone (CO_2) générées par le remplacement des refroidisseurs à absorption

	Consommation d'électricité (kWh/an)	**Consommation de mazout** (L/an)	**Coût de l'électricité** ($/an)	**Coût du mazout** ($/an)	**Production de CO_2** (tonnes/an)[a]
Avant la réfection (Refroidisseurs à absorption installés)	2 700 000	500 000	200 000	175 000	3 523
Après la réfection (Refroidisseurs centrifuges installés)	3 000 000	255 000	250 000	90 000	3 063
Économies annuelles	(300 000)	245 000	(50 000)	85 000	460

[a] En Nouvelle-Écosse, les combustibles fossiles constituent la principale source d'électricité; on a autorisé une production de 0,78 tonne de CO_2 par mégawatt/heure.

Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à :
Initiative des Innovateurs énergétiques, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, 580, rue Booth, 18e étage, Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Tél. : (613) 995-6950 • **Téléc. :** (613) 947-4121 • **Site Web :** http://oee.rncan.gc.ca/ie

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada renforce et élargit l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2002
N° de cat. M92-242/2002-1F ISBN 0-662-86652-5
(Also available in English)

Papier recyclé